

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

22. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    7 月 3 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 2 8 2 6 6 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 2 8 2 6 6 4 ]

REC'D 10 SEP 2004

WIPO

PCT

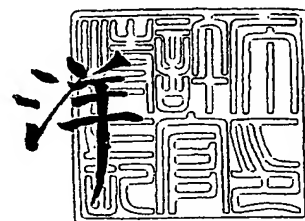
出 願 人            松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年    8 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2925150026  
【提出日】 平成15年 7月30日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 33/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 永井 秀男  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 向 健二  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100090446  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 中島 司朗  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 014823  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9003742

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

基板と、  
前記基板上に結晶成長により形成された第 1 の発光素子と、  
前記基板上に半導体プロセスによって形成されたパッドと、  
前記第 1 の発光素子とは異なる色の光を発する発光素子であって、前記基板の前記パッドに実装された第 2 の発光素子とを備えることを特徴とする半導体発光装置。

## 【請求項 2】

前記第 2 の発光素子の縦方向と横方向に隣接する位置に、前記第 1 の発光素子が配されるように、前記基板上に、第 1 の発光素子と第 2 の発光素子とが縦横のマトリックス状に配列されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 3】

前記第 1 の発光素子と前記第 2 の発光素子の内、一方は赤色光を発する発光素子であり、他方は青色光を発する発光素子であって、  
第 1 の発光素子と第 2 の発光素子とを覆うように、前記青色光を吸収して緑黄色光を発する蛍光体が配されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 4】

前記蛍光体は、シリケート蛍光体  $(\text{Ba}, \text{Sr})_2\text{SiO}_4:\text{Eu}^{2+}$  であることを特徴とする請求項 3 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 5】

前記赤色光は主発光ピーク波長が 620 nm 以上 630 nm 以下の範囲にあり、前記青色光は主発光ピーク波長が 455 nm 以上 465 nm 以下の範囲にあり、前記緑黄色光は主発光ピーク波長が 545 nm 以上 555 nm 以下の範囲にあることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 6】

前記赤色光は主発光ピーク波長が 615 nm 以上 635 nm 以下の範囲にあり、前記青色光は主発光ピーク波長が 450 nm 以上 470 nm 以下の範囲にあり、前記緑黄色光は主発光ピーク波長が 540 nm 以上 560 nm 以下の範囲にあることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 7】

前記第 1 および第 2 の発光素子とは異なる色の光を発する、少なくとも 1 種類の発光素子を有し、当該発光素子が前記基板に実装されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 8】

前記発光素子間が、半導体プロセスで形成された配線パターンを介して接続されていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

## 【請求項 9】

前記発光素子が、前記配線パターンによって直列に接続されていることを特徴とする請求項 8 記載の半導体発光装置。

## 【請求項 10】

前記基板は、SiC 系または AlN 系材料で形成されていることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

## 【請求項 11】

プリント配線板と、

前記プリント配線板に実装された、請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置とを有することを特徴とする発光モジュール。

## 【請求項 12】

請求項 11 の発光モジュールを備えたことを特徴とする照明装置。

## 【書類名】明細書

【発明の名称】半導体発光装置、発光モジュール、および照明装置

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体発光装置、発光モジュール、および照明装置に関し、特に、異なる色の光を発する発光素子を組み合わせ、混色によって所望の色の光を発光する半導体発光装置、並びに、これを用いた発光モジュールおよび照明装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体発光装置の一種である発光ダイオード（以下「LED (Light Emitting Diode)」と言う。）の分野において、近年、白色LEDの高輝度化が進むにつれ、当該白色LEDを照明用途に用いる研究が活発になされている。点光源であるLEDは、中でもその特性から店舗、美術館、ショールームなどのスポット照明として、従来普及しているハロゲン電球等の代替光源としての用途が期待されている。

## 【0003】

現在普及している白色LEDは、青色光を発するLEDチップとその青色光で黄色に励起発光する蛍光体（Ce:YAGなど）とで構成されている。

## 【0004】

しかし、上記白色LEDは、赤色成分が不足しているため、その色温度の下限は4000Kに止まり、色温度が3000Kであるハロゲン電球の代替光源としては不適である。

## 【0005】

ここで、赤色成分を補って、色温度3000K以下を実現できる可能性のある白色LEDとして、下記のものが知られている。

(1) 紫色（波長：380～410nm）LEDチップと、青色、緑色、赤色の3つの蛍光体とを組み合わせたもの（例えば、特許文献1を参照。）。

(2) 紫外（波長：380nm未満）LEDチップと青色、緑色、赤色の3つの蛍光体とを組み合わせたもの。

(3) 青色LEDチップと緑色、赤色の2つの蛍光体とを組み合わせたもの（例えば、特許文献2を参照。）。

(4) 青色、緑色、赤色の3つのLEDチップを組み合わせたもの（例えば、特許文献3を参照。）。

(5) 青色と赤色の2つのLEDチップと緑色の蛍光体とを組み合わせたもの（例えば、特許文献4を参照。）。

【特許文献1】特開2002-188084号公報

【特許文献2】特開2002-60747号公報

【特許文献3】特開平9-64420号公報

【特許文献4】特開2000-223745号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、上記(1)～(5)の白色LEDの内、(1)～(3)のもの、すなわち蛍光体に赤色のものを用いる白色LEDは、当該赤色蛍光体の色変換効率が低いため、現在、どの分野においても実用化には至っていない。

## 【0007】

また、(4)、(5)のもの、すなわち、異なる色を発するLEDチップを複数個組み合わせた白色LEDは、色むらが激しいため、現在、照明用としては実用化に至っていない。すなわち、これらLEDチップは、一般的に、プリント配線板上に実装されて用いられるのであるが、エッチングで形成される配線パターンの形成技術上の制約から、LEDチップ間には相当の間隔を空けざるを得ず、そのため混色性が悪くなるからである。

## 【0008】

これに対処するため、前記プリント配線板に代えて、半導体プロセスによって形成された配線パターンを有する、高密度実装が可能なSiC基板等を用いることも考えられるが、この場合でも、全てのLEDチップを実装する工程が必要となる。

#### 【0009】

なお、上記した色むらの問題は、白色LEDに限らず、異なる色の発光素子を組み合わせ、所望の発光色を得ようとする半導体発光装置全般に共通するものである。

#### 【0010】

上記した課題に鑑み、本発明は、異なる色の発光素子の組み合わせからなる半導体発光装置であって、生産性を向上できると共に、色むらの低減が可能な半導体発光装置、並びに、これを用いた発光モジュールおよび照明装置を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

上記の目的を達成するため、本発明に係る半導体発光装置は、基板と、前記基板上に結晶成長により形成された第1の発光素子と、前記基板上に半導体プロセスによって形成されたパッドと、前記第1の発光素子とは異なる色の光を発する発光素子であって、前記基板の前記パッドに実装された第2の発光素子とを備えることを特徴とする。

また、前記第2の発光素子の縦方向と横方向に隣接する位置に、前記第1の発光素子が配されるように、前記基板上に、第1の発光素子と第2の発光素子とが縦横のマトリックス状に配列されていることを特徴とする。

また、前記第1の発光素子と前記第2の発光素子の内、一方は赤色光を発する発光素子であり、他方は青色光を発する発光素子であって、第1の発光素子と第2の発光素子とを覆うように、前記青色光を吸収して緑黄色光を発する蛍光体が配されていることを特徴とする。

#### 【0012】

さらに、前記蛍光体は、シリケート蛍光体  $(Ba, Sr)_2SiO_4:Eu^{2+}$  であることを特徴とする。

#### 【0013】

また、前記赤色光は主発光ピーク波長が620nm以上630nm以下の範囲にあり、前記青色光は主発光ピーク波長が455nm以上465nm以下の範囲にあり、前記緑黄色光は主発光ピーク波長が545nm以上555nm以下の範囲にあることを特徴とする。

。

#### 【0014】

また、前記赤色光は主発光ピーク波長が615nm以上635nm以下の範囲にあり、前記青色光は主発光ピーク波長が450nm以上470nm以下の範囲にあり、前記緑黄色光は主発光ピーク波長が540nm以上560nm以下の範囲にあることを特徴とする。

。

#### 【0015】

また、さらに、前記第1および第2の発光素子とは異なる色の光を発する、少なくとも1種類の発光素子を有し、当該発光素子が前記基板に実装されていることを特徴とする。

#### 【0016】

また、前記発光素子間が、半導体プロセスで形成された配線パターンを介して接続されていることを特徴とする。

#### 【0017】

さらに、前記発光素子が、前記配線パターンによって直列に接続されていることを特徴とする。

#### 【0018】

また、前記基板は、SiC系またはAlN系材料で形成されていることを特徴とする。

#### 【0019】

上記の目的を達成するため、本発明に係る発光モジュールは、プリント配線板と、前記プリント配線板に実装された、上記の半導体発光装置とを有することを特徴とする。

## 【0020】

上記の目的を達成するため、本発明に係る照明装置は、前記発光モジュールを備えたことを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0021】

本発明に係る半導体発光装置によれば、半導体プロセスによって形成されたパッドに第2の発光素子の実装されているので、基板上に結晶成長によって形成された第1の発光素子を含めて高密度な配置が可能となる関係上、両発光素子から発せられる光の混色性が向上し、もって色むらの低減を図ることができる。また、第1の発光素子の実装工程が不要となるので、その分の生産性を向上することが可能となる。

## 【0022】

また、本発明に係る発光モジュールおよび照明装置によれば、上記の半導体発光装置を有するので、上記したのと同じ理由により、生産性を向上できると共に、色むらの低減を図ることが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0023】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

## 【0024】

図1(a)は、半導体発光装置であるLEDアレイチップ2の概略構成を示す外観斜視図であり、図1(b)は、LEDアレイチップ2の平面図である。なお、図1(a)は、後述する青色LED6と赤色LED8の配列を主に示す図であり、外形の細かな凹凸などは省略したものである。

## 【0025】

図1に示すように、LEDアレイチップ2は、半導体基板であるノンドープ（高抵抗）SiC基板4（以下、単に「SiC基板4」と言う。）上に、発光素子であるLED6…、8…が、N行M列（本例では、7行5列、合計35個）のマトリックス状に配列されているものである。

## 【0026】

この内、図1(a)において、符号「8」で示す少し突出している一群のLEDが赤色LED（合計14個）であり、それ以外のLEDが青色LED（合計21個）である。後で詳述するように、青色LED6はSiC基板4上に結晶成長によって形成されたものである。赤色LED8は、別途作成されたベアチップがSiC基板4上に実装されたものである。青色LED6のサイズL1×W1は $285\mu\text{m} \times 400\mu\text{m}$ であり、LEDアレイチップ2のサイズL2×W2は $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ である。また、赤色LEDのサイズL3×W3は $250\mu\text{m} \times 350\mu\text{m}$ である。

## 【0027】

青色LED6と赤色LED8の構成について、断面図を参照しながら説明する。

## 【0028】

図2(a)は、図1(b)におけるA・A線断面図である。

## 【0029】

青色LED6は、SiC基板10上に順次積層されたn-AlGaNバッファ層12（厚さ30nm）、n-GaNクラッド層14（Siドープ量 $3 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 、厚さ2 $\mu\text{m}$ ）、InGaN（厚さ2nm）/GaN（厚さ8nm）6周期の多重量子井戸発光層16、p-GaNクラッド層18（Mgドープ量 $3 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 、厚さ200nm）、p-GaNコンタクト層20（Siドープ量 $1 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 、厚さ200nm）から成る。

p-GaNコンタクト層20上には、Ni/Au薄膜22を介してITO透明電極24が形成されており、n-GaNクラッド層14上にはTi/Au電極26が形成されている。上記の構成からなる青色LED6において、ITO透明電極24とTi/Au電極26を介して給電することにより、発光層16から波長460nmの青色光が発せられる。なお

、本実施の形態でNi/Au薄膜22とITO透明電極24を用いているのは、発光層16で生じた光を透過し易くするためである。

#### 【0030】

赤色LED8は、SiC基板10上にフリップチップ実装されてなるものであり、InP基板28上に順次積層されたp-GaInPコンタクト層30 (Znドープ量 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ200 nm)、p-Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層32 (Znドープ量 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ600 nm)、Al<sub>0.03</sub>Ga<sub>0.47</sub>In<sub>0.5</sub>P (厚さ3 nm)/Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.4</sub>In<sub>0.5</sub>P (厚さ5 nm) 5周期の多重量子井戸発光層34、n-Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pクラッド層36 (Siドープ量 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ1.5  $\mu\text{m}$ )、n-GaInPコンタクト層38 (Siドープ量 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ200 nm) から成る。

#### 【0031】

n-GaInPコンタクト層38上には、Ni/Al電極40が形成されており、p-GaInPコンタクト層30上にはNi/Au電極42が形成されている。

#### 【0032】

上記の構成からなる赤色LED8において、Ni/Al電極40とNi/Au電極42を介して給電することにより、発光層34から波長625 nmの赤色光が発せられる。その際、Ni/Al電極40は、発光層34からの光をInP基板28側に反射する。これにより、光取り出し効率が改善される。

#### 【0033】

赤色LED8の各実装位置に対応するSiC基板10上には、絶縁膜(層)であるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜44を介して一対のボンディングパッド46、48がそれぞれ形成されている。赤色LED8の実装において、Ni/Al電極40とボンディングパッド46とがAuバンプ50を介して接合され、Ni/Au電極42とボンディングパッド48とAuバンプ52を介して接合される。赤色LED8は、フリップチップ実装することにより、発光層34がSiC基板10に近くなり、当該発光層34で生じた熱をSiC基板10へ放散しや易くなる。SiC基板は、金属と同等以上の熱伝導率を有しており、青色LED6及び赤色LED8で生じた熱を後述するセラミックス基板に効率よく伝え、放散することができる。

#### 【0034】

ボンディングパッド46から延設されているブリッジ配線54が、青色LED6のITO透明電極24と接続されている。また、ボンディングパッド48から延設されているブリッジ配線56が、隣接する青色LED (図2(a)には現れていない。) のTi/Au電極 (図2(a)には現れていない。) と接続されている。ブリッジ配線によるLED間の接続によって、図2(b)に示すように、35個全てのLEDが直列に接続されている。図2(b)では、青色LED6を黒抜きのダイオード記号で、赤色LED8を白抜きのダイオード記号で表している。なお、隣接するLEDが青色LED同士の場合、例えば、図1(a)における青色LED6A、6Bの場合には、青色LED6AのITO透明電極24と青色LED6BのTi/Au電極26とがブリッジ配線58 (図2(a) 参照。) によって接続される。

#### 【0035】

上記したブリッジ配線54、56、58やボンディングパッド46、48は、後述するように半導体プロセスにおいて形成されるので、プリント配線板上にエッチングなどによって形成する場合と比較して、非常に高精度なものができる。その結果、青色LED6と赤色LED8の間隔を一層短くすることが可能となり、両LEDから発せられる光の混色性が向上して、色むらの低減が図られる。

#### 【0036】

LEDアレイチップ2において、直列接続された青色LED6と赤色LED8の内、低電位側末端の青色LED6C (図1参照) のTi/Au電極26が当該LEDアレイチップ2のカソード電極となる。また、高電位側末端の青色LED6Dにおいて、ITO透明電極の一部の上に形成されたTi/Auから成るボンディングパッド59がLEDアレイ

チップ2のアノード電極となる。ITO透明電極24をアノード電極としないのは、ITO透明電極では、LEDアレイチップ2を実装する際のボンディングワイヤーの接合性が悪いからである。

【0037】

また、SiC基板10の下面全面には、Ti/Pt/Au膜60が形成されている。

【0038】

以上の構成からなるLEDアレイチップ2において、上記アノード電極と上記カソード電極を介し、放熱を確保した状態で50mAの電流を通電した際の動作電圧は100Vであった。

【0039】

次に、LEDアレイチップ2の製造方法について、図3～図5を参照しながら説明する。

【0040】

なお、図3～図5では、LEDアレイチップ2の各構成部分となる素材部分には100番台の符号付し、その下2桁にはLEDアレイチップ2の対応する構成部分に付した番号を用いることとする。

【0041】

先ず、有機金属化学気相成長法 (Metal Organic Chemical Vapor Deposition Method; MOCVD法) を用い、図3に示すように、ノンドーパSiC基板110上に、n-AlGa<sub>0.3</sub>Nバッファ層112、n-GaNクラッド層114、InGa<sub>0.3</sub>N/GaN6周期の多重量子井戸発光層116、p-GaNクラッド層118、p-GaNコンタクト層120の順に積層する[工程(a)]。なお、ノンドーパSiC基板110は、直径2インチ、厚さ300μmの基板である。

【0042】

次に、n-GaNコンタクト層120表面にマスク62を施す。マスク62は、青色LED6におけるNi/Au薄膜22 (ITO透明電極24) の形成予定領域よりも一回り広い領域である。そして、非マスク領域に対応する部分を、n-GaNクラッド層114の半ばまでエッチングにより除去する[工程(b)]。これにより、Ti/Au電極26接続面 (電極形成面) 64が形成される。マスク62は、次工程に行く前に除去される。

【0043】

各青色LED6となる部分にマスク (不図示) を形成した後、SiC基板110が現れるまでエッチングする[工程(c)]。これにより、n-AlGa<sub>0.3</sub>Nバッファ層112～p-GaNコンタクト層120が個々の青色LEDごとに分割されると共に、赤色LED8の実装領域 (実装空間) 66が確保される。なお、この際、縦横に隣接することとなる青色LED間にも所定の間隔が空けられる。マスクは、次工程の前に除去される。

【0044】

スパッタリング等で、絶縁膜であるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜68を形成する[工程(d)]。Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜68は、LEDアレイチップ2の表面を保護すると共に、ブリッジ配線やボンディングパッド等を不要な構成部材から絶縁する目的で形成されるものである。

【0045】

上記Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜68に対し、マスク70を施す。マスク70は、Ni/Au薄膜22 (ITO透明電極24) 形成予定領域以外の領域である。そして、非マスク領域に対応するSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜68をエッチングにより除去した後、Ni/Au薄膜122とITO膜124を蒸着及びスパッタリング等によって積層する。これにより、Ni/Au薄膜22とITO透明電極24が形成される[工程(e)]。マスク70上に形成されたNi/Au薄膜122とITO膜124 (いずれも不図示) は、次工程に行く前に、当該マスク70と一緒に除去される。

【0046】

上記工程(e)と同様の手法により、Ti/Au電極26を形成する。すなわち、Ti



／Au電極形成予定領域に対応するSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜68部分以外にマスク72を形成し、当該露出したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜部分をエッチングにより除去した後、金属薄膜であるTi／Au膜126を蒸着により形成して、Ti／Au電極26を形成する[工程(f)]。マスク72上に形成されたTi／Au膜126(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク72と一緒に除去される。

#### 【0047】

ブリッジ配線54, 56, 58およびボンディングパッド46, 48を形成する。ブリッジ配線およびボンディングパッド形成予定表面以外の表面にマスク82を形成したのち、金属薄膜であるTi／Pt／Au膜を蒸着によって形成する。これによって、Ti／Pt／Au膜からなるブリッジ配線54, 58, 56とボンディングパッド46, 48が形成される[工程(g)]。マスク82上に形成されたTi／Pt／Au膜(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク82と一緒に除去される。

#### 【0048】

SiC基板110の下面を研磨して厚み150μmに調整し、当該研磨面にTi／Pt／Au膜160を蒸着によって形成する[工程(h)]。

#### 【0049】

各赤色LED8をSiC基板110に、キャピラリ(不図示)を用いて、フリップチップ実装する。すなわち、赤色LED8をAuバンプ50, 52を介して、SiC基板110上のボンディングパッド46, 48に接合する[工程(i)]。なお、赤色LED8は、後述する方法によって別途製造される。赤色LED8は、ほぼSiC基板110の厚み分、図5の(i)に示すように、青色LED6よりも高くなっている(突出している)。また、図1から分かるように、赤色LED8は、縦方向と横方向を青色LED6に囲まれた位置に配されるので、当該赤色LED8を、隣接するLEDにキャピラリが干渉することなく、スムーズに実装することが可能となる。なお、SiC基板110上において、隣接するLEDアレイチップ2間で、7行5列のマトリックスの最外周に配された赤色LED8同士が縦方向あるいは横方向に隣接することとなるが、当該LEDアレイチップ2間にはダイシングしろとして所定の間隔が空けられているので、上記した干渉の問題は生じない。

#### 【0050】

最後に、ダイシングによって個々のLEDアレイチップに分離して、LEDアレイチップ2(図1参照)が完成する。

#### 【0051】

ここで、実装密度だけを問題にするのであれば、SiC基板に半導体プロセスによって、配線パターンやボンディングパッドを形成し、当該SiC基板に対して、別途作製した青色LED(チップ)と赤色LED(チップ)を実装することも考えられる。この場合には、当然のことながら、全てのLEDを一つずつ実装することになる。これに対し、本実施の形態では、青色LEDは結晶成長によってSiC基板上に形成されるため、当該青色LEDの実装工数を無くすことができ、その分、コストの低減が図られるのである。具体的には、1個のLEDアレイチップ当たり、キャピラリの往復回数を、青色LEDの個数分、すなわち21回分無くすことが可能となる。

#### 【0052】

また、本実施の形態によれば、青色LEDを実装によって配置する場合とは比較にならないほど、当該青色LED間の位置精度を確保することが可能となる。したがって、赤色・青色の両方のLEDを実装する場合と比較して、両LED間の相対的な位置精度もほぼ2倍に向上し、これによっても色むらの低減が図られる。

#### 【0053】

次に、赤色LED8の製造方法について、図6、図7を参照しながら説明する。

#### 【0054】

なお、図6、図7においても、赤色LED8の各構成部分となる素材部分には100番台の符号付し、その下2桁には赤色LED8の対応する構成部分に付した番号を用いるこ

ととする。

#### 【0055】

赤色LED8は、特開平2001-57441号公報等に記載されているように、一旦、格子整合が取りやすいn-GaAs基板84上に、MOCVD法によって、n-GaInPコンタクト層138、n-AlInPクラッド層136、AlGaInP多重量子井戸発光層134、p-AlInPクラッド層132、p-GaInPコンタクト層130をこの順に積層した後、p-GaInPコンタクト層130面に赤色光を透過するp-InP基板128を貼り合わせ、赤色光を吸収する前記n-GaAs基板84を除去する工程[工程(a)]を経て作製される。なお、貼り付けるp-InP基板128の厚さは250 $\mu$ mである。

#### 【0056】

次に、n-GaInPコンタクト層138表面にマスク86を施す。マスクング領域は、赤色LED8におけるNi/Al電極40の形成予定領域よりも一回り広い領域である。そして、非マスクング領域に対応する部分を、p-GaInPコンタクト層130が現れるまでエッチングにより除去する[工程(b)]。これにより、Ti/Al電極40接續面(電極形成面)が形成される。マスク86は、次工程に行く前に除去される。

#### 【0057】

絶縁と表面保護を目的に、スパッタリング等で、絶縁膜であるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜88を形成する[工程(c)]。

#### 【0058】

上記Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜88に対し、マスク90を施す。マスクング領域は、Ni/Al電極40形成予定領域以外の領域である。そして、非マスクング領域に対応するSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜88をエッチングにより除去した後、Ni/Al薄膜140を蒸着によって積層する。これにより、Ni/Al電極40が形成される[工程(d)]。マスク90上に形成されたNi/Al薄膜140(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク90と一緒に除去される。

#### 【0059】

上記工程(d)と同様の手法により、Ni/Au電極42を形成する。すなわち、Ni/Au電極形成予定領域に対応するSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜88部分以外にマスク92を形成し、当該露出したSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>膜部分をエッチングにより除去した後、金属薄膜であるNi/Au膜142を蒸着により形成して、Ni/Au電極42を形成する[工程(e)]。マスク92上に形成されたNi/Au膜142(不図示)は、次工程に行く前に、当該マスク92と一緒に除去される。

p-InP基板128の下面を研磨して厚み100 $\mu$ mに調整した後、最後に、ダイシングによって個々の赤色LEDに分離して、赤色LED8が完成する。[工程(f)]。

#### 【0060】

図8は、上記LEDアレイチップ2を有した白色LEDモジュール200(以下、単に「LEDモジュール200」と言う。)の外観斜視図である。LEDモジュール200は、後述する照明器具240に装着されて用いられるものである。

#### 【0061】

LEDモジュール200は、直径5cmの円形をしたAlN(窒化アルミ)からなるセラミックス基板202と3個のガラス製レンズ204、206、208を有している。セラミックス基板202には、照明器具240に取り付けるためのガイド凹部210や、照明器具240からの給電を受けるための端子212、214が設けられている。なお、セラミックス基板の材料としては、AlN以外に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、BN、MgO、ZnO、SiC、ダイヤモンドなどが考えられる。

#### 【0062】

図9(a)はLEDモジュール200の平面図を、図9(b)は図9(a)におけるB-B線断面図を、図9(c)は図9(b)におけるC部拡大図をそれぞれ示している。

#### 【0063】

図9(a)、(b)に示すように、セラミックス基板202の中央には、照明器具24

0に取り付ける際のガイド孔（貫通孔）216が開設されている。また、セラミックス基板202の下面には、放熱特性を改善するために金メッキ217が施されている。

#### 【0064】

図9（a）において円形に見える各レンズ204、206、208の中心に対応するセラミックス基板202上に、LEDアレイチップ2が1個ずつ（全部で3個）実装されている。

#### 【0065】

LEDアレイチップ2の各実装位置に対応するセラミックス基板202上面には、図10（b）に示すような、チップ実装部兼カソードパッド（以下、単に「カソードパッド」と言う。）218とアノードパッド220とが形成されている。両パッドには、銅（Cu）の表面に、ニッケル（Ni）めっき、ついで、金（Au）めっきを行なったものが用いられている。LEDアレイチップ2は、SiC基板10を下方に向けた状態でカソードパッド218にハンダによって実装される。なお、ハンダによらず、金バンプや銀ペーストによって実装しても構わない。

#### 【0066】

図9（b）に戻り、上記実装後、LEDアレイチップ2のアノード電極とアノードパッド220、カソード電極とカソードパッド218とがボンディングワイヤー222、224によって接続される。

#### 【0067】

セラミックス基板202上面には、LEDアレイチップ2の実装位置の対応して開設されたテーバー状の反射孔226を有するアルミ板228が絶縁樹脂層230を介して貼着されている。アルミ板228の厚さは0.5mmでレンズ204、206、208と同じ大きさの直径を有する円板状をしている。当該円板の中央に開設された反射孔226の下開口部径は3mmで、上開口部径は4mmである。上方に拡がる反射孔226の斜面（側壁）は鏡面に仕上げられており、反射ミラーとして機能する。

#### 【0068】

LEDアレイチップ2は、セラミックス基板202への実装後に配される蛍光体分散部232を有している。蛍光体分散部232は、緑黄色蛍光体（Sr, Ba）<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>の粉末とSiO<sub>2</sub>の超微粒子とがシリコン樹脂に分散されてなるものである。蛍光体分散部232は、上記反射孔226に上記シリコン樹脂を充填することによって形成される。蛍光体分散部232によりLEDアレイチップ2から発する青色光の一部が緑黄色に変換され、この緑黄色光と青色光と赤色光とが拡散混色されて白色光が合成される。（Sr, Ba）<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>:Eu<sup>2+</sup>は、YAGに比べてシリコン樹脂中における分散性が良いので、当該シリコン樹脂中に均等に分散することができる。その結果、青色光と赤色光の混色性に加え、これらと緑黄色光との混色性が向上し、色ムラの極めて少ない白色光を得ることが出来る。

#### 【0069】

レンズ204、206、208は、アルミ板228に重ねて接着剤234を介して貼着されている。当該接着剤としてはシリコン樹脂やエポキシ樹脂などを用いることができる。

#### 【0070】

3個のLEDアレイチップ2は、セラミックス基板202上面に形成された配線パターンによって、並列に接続されている。

#### 【0071】

図10（a）は、レンズ204、206、208、3枚の反射板226、および絶縁樹脂層230を取り除いた状態のLEDモジュール200の平面図である。ここで、3個のLEDアレイチップ2を、符号A、B、Cを付して区別することとする。

#### 【0072】

LEDアレイチップ2A、2B、2C各々の実装位置のセラミックス基板202表面には、上述したようにアノードパッド220とカソードパッド218（図10（b））が印

刷されている。

【0073】

そして、各LEDアレイチップ2A, 2B, 2Cと接続されたアノードパッド220は、配線パターン236を介して電氣的に接続されており、配線パターン236の端部は正極端子212と接続されている。一方、各LEDアレイチップ2A, 2B, 2Cと接続されたカソードパッド218は、配線パターン238を介して電氣的に接続されており、配線パターン238の端部は負極端子214と接続されている。すなわち、配線パターン236、214によって、LEDアレイチップ2A, 2B, 2Cは、並列に接続されている。

【0074】

上記のように構成されたLEDモジュール200は、照明器具240に取り付けられて使用される。LEDモジュール200と照明器具240とで照明装置242が構成される。

【0075】

図11(a)に、照明装置242の概略斜視図を、図11(b)に、照明装置242の底面図をそれぞれ示す。

【0076】

照明器具240は、例えば、室内の天井等に固定される。照明器具240は、商用電源からの交流電力(例えば、100V、50/60Hz)を、LEDモジュール200を駆動するのに必要な直流電力に変換する電源回路(不図示)を備えている。

【0077】

図12を参照しながら、LEDモジュール200の照明器具240への取り付け構造について説明する。

【0078】

照明器具240は、LEDモジュール200がはめ込まれる円形凹部244を有している。円形凹部244の底面は、平坦面に仕上げられている。円形凹部244の内壁の開口部寄り部分には、雌ねじ(不図示)が切られている。また、当該雌ねじと底面との間における内壁から、フレキシブルな給電端子246, 248と、ガイド片230とが突出されている。なお、給電端子246が正極、給電端子248が負極である。さらに、円形凹部244の底面中央にはガイドピンが立設されている。

【0079】

LEDモジュール200を照明器具240へ取り付けるための部材として、シリコンゴム製のOリング254とリングねじ256とが備えられている。リングねじ256は略矩形断面を有するリング状をしており、その外周には、不図示の雄ねじが形成されている。また、リングねじ256は、その周方向の一部が切り欠かれてなる切欠き部258を有している。

【0080】

続いて、取り付け手順について説明する。

【0081】

まず、LEDモジュール200を、円形凹部244にはめ込む。このとき、LEDモジュール200のセラミックス基板202が、給電端子246, 248と円形凹部244の底面との間に位置すると共に、ガイド孔216にガイドピン252が挿入され、ガイド凹部210とガイド片230とが契合するようにはめ込む。ガイド孔216とガイドピン252とで、LEDモジュール200の円形凹部244に対するセンターの位置合わせがなされ、ガイド凹部210とガイド片230とで、正極端子212、負極端子214と対応する給電端子246, 248との位置合わせがなされる。

【0082】

LEDモジュール200がはめ込まれると、Oリング254を装着した後、リングねじ256を円形凹部244にねじ込んで固定する。これにより、正極端子212と給電端子246、負極端子214と給電端子248とが密着し、電氣的に確実に接続されること

となる。また、セラミックス基板202のほぼ全面と円形凹部244の平坦な底面とが密着することとなり、LEDモジュール200で発生した熱を照明器具240へ効果的に伝達し、LEDモジュール200の冷却効果が向上することとなる。なお、LEDモジュール200の照明器具240への熱伝達効率をさらに上げるため、セラミックス基板202と円形凹部244の底面にシリコングリスを塗布することとしてもよい。

#### 【0083】

上記の構成からなる照明装置242において、商用電源から給電がなされると、前述したように、各LEDアレイチップ2における青色LED6からは青色光が赤色LED8からは赤色光が発せられ、青色光の一部は蛍光体分散部232中の蛍光体によって緑黄色光に変換される。そして青色光と赤色光と緑黄色光が蛍光体分散部232中で拡散混色されて白色光が合成される。合成された白色光は、レンズ204、206、208を介して放射される。

各LEDモジュール200に対し150mAの電流を流したときの際の全光束は800lm、中心光度は1600cdであった。また、その発光スペクトルは、図13に示す通りであった。本実施の形態に係る照明装置242では、色温度3000K、色度座標(x、y)=(0.435、0.400)、平均演色評価数Ra95が得られており、既存の白色LEDでは実現できない低色温度、高演色を実現している。

#### 【0084】

なお、平均演色評価数Raは、青色LED6、赤色LED8、緑黄色蛍光体の各々の主発光ピーク波長によって決定される。すなわち、平均演色評価数Raは、各々の主発光ピーク波長を調整することによって変更可能である。LEDの主発光ピーク波長の調整は、量子井戸発光層の厚みや組成比を変更することにより、蛍光体の主発光ピーク波長の調整は、組成比を変更することにより可能である。

#### 【0085】

図14、図15は、色温度3000Kでの平均演色評価数Raを、青色LEDの主発光ピーク波長(B)450、455、460、465、470[nm]毎に赤色LEDの主発光ピーク波長(R)と緑黄色蛍光体の主発光ピーク波長(G-Y)でマッピングしたものである。

#### 【0086】

図14、図15において、実線の円で囲んだ領域がほぼRa90以上を実現できる領域である。すなわち、青色光の主発光ピーク波長が455nm以上465nm以下、赤色発光の主発光ピーク波長が620nm以上630nm以下、緑黄色発光の主発光ピーク波長が545nm以上555nm以下で、Ra90以上を実現することができる。

#### 【0087】

また、図14、図15において、破線の円で囲んだ領域がほぼRa80以上を実現できる領域である。すなわち、青色発光の主発光ピーク波長が450nm以上470nm以下、赤色発光の主発光ピーク波長が615nm以上635nm以下、緑黄色発光の主発光ピーク波長が540nm以上560nm以下で、Ra80以上を実現することができる。上記波長範囲は、各LEDや蛍光体材料を製造する際、生産性を損なわずに十分制御可能な範囲である。なお、上記の波長範囲は、シリケート蛍光体の代わりにYAG蛍光体を用いた場合にも当てはまる。

#### 【0088】

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は上記した形態に限らないことは勿論であり、例えば、以下のような形態とすることも考えられる。

(1) 上記実施の形態では、青色LEDを基板(第1の基板)上に結晶成長によって形成し、別途作製した(すなわち、第1の基板とは異なる第2の基板上に結晶成長によって作製した)赤色LEDを、第1の基板に実装することとしたが、この逆の構成としても構わない。すなわち、基板上に赤色LEDを結晶成長によって形成し、別途作製した青色LEDを当該基板に実装するようにしてもよい。

(2) 上記実施の形態では、基板に実装するのは1種類のLED(すなわち、赤色LED

)のみであったが、他の色を発する別の種類のLED、例えば、緑色LEDも実装することとしてもよい。このようにすることで、蛍光体を用いることなく、白色LEDを得ることが可能となる。この場合には、3色の混色性を向上させ、色むらを一層低減させるため、蛍光体分散部232に代えて、光拡散部を設けるようにするのが好ましい。光拡散部はアルミナ粉末などをシリコン樹脂に混入して形成する。

(3) 上記実施の形態では、一つのLEDアレイチップを35個のLEDで構成することとしたが、LEDの個数はこれに限定するものではない。本発明は、2個以上(2種以上)のLEDを有するLEDアレイチップ(半導体発光装置)に適用可能である。

#### 【0089】

また、上記の実施の形態では、複数のLEDをマトリックス状に配列することとしたが、配列の態様もこれに限るものではない。

(4) 上記実施の形態では、一つのLEDアレイチップ内において、全てのLEDを直列に接続したが、並列に接続してもよい。あるいは、いくつかのグループを直列に接続し、これらのグループを並列に接続するといった、直並列接続としても構わない。

(5) 上記実施の形態では、青色LEDを高抵抗半導体基板であるノンドープSiC基板上に形成することとしたが、これに限らず、絶縁基板であるサファイヤ基板上に形成することとしても構わない。あるいは、AlN基板を用いてもよい。

(6) 上記実施の形態では、ガラス製のレンズを用いたが、樹脂製のレンズを用いてもよい。当該樹脂には、エポキシ樹脂を用いることができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0090】

以上のように、本発明に係る半導体発光装置は、色むらの少ないことが要求される照明分野などに適する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0091】

【図1】(a)は、LEDアレイチップの斜視図である。

#### 【0092】

(b)は、上記LEDアレイチップの平面図である。

【図2】(a)は、上記LEDアレイチップの一部断面図である。

#### 【0093】

(b)は、上記LEDアレイチップ内の接続図である。

【図3】LEDアレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図4】LEDアレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図5】LEDアレイチップの製造方法を説明するための図である。

【図6】LEDアレイチップを構成する赤色LEDの製造方法を説明するための図である。

【図7】LEDアレイチップを構成する赤色LEDの製造方法を説明するための図である。

【図8】LEDモジュールの斜視図である。

【図9】(a)は、LEDモジュールの平面図である。

#### 【0094】

(b)は、(a)におけるB・B線断面図である。

#### 【0095】

(c)は、(b)におけるC部拡大図である。

【図10】(a)は、LEDモジュールにおいて、レンズなどを取り除いた状態を示す図である。

#### 【0096】

(b)は、LEDモジュールを構成するセラミックス基板上に形成されるパッドパターンを示す図である。

【図11】(a)は、照明装置を示す斜視図である。

## 【0097】

(b) は、上記照明装置の下面図である。

【図12】 照明装置の分解斜視図である。

【図13】 照明装置の発光スペクトルを示す図である。

【図14】 青色LEDの主発光ピーク波長毎に、色温度3000Kにおける平均演色評価数Raを赤色LEDと緑黄色蛍光体の主発光ピーク波長でマッピングした図である。

【図15】 青色LEDの主発光ピーク波長毎に、色温度3000Kにおける平均演色評価数Raを赤色LEDと緑黄色蛍光体の主発光ピーク波長でマッピングした図である。

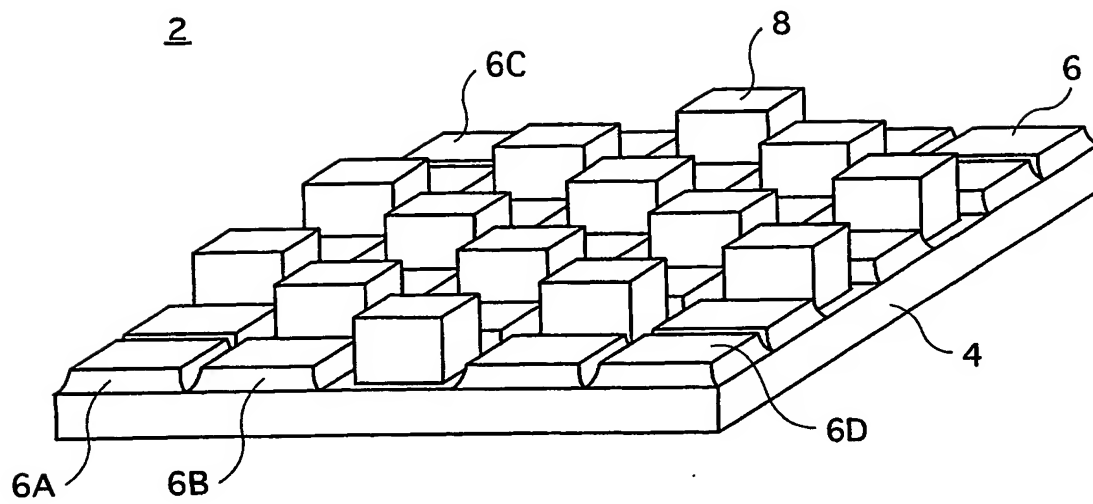
## 【符号の説明】

## 【0098】

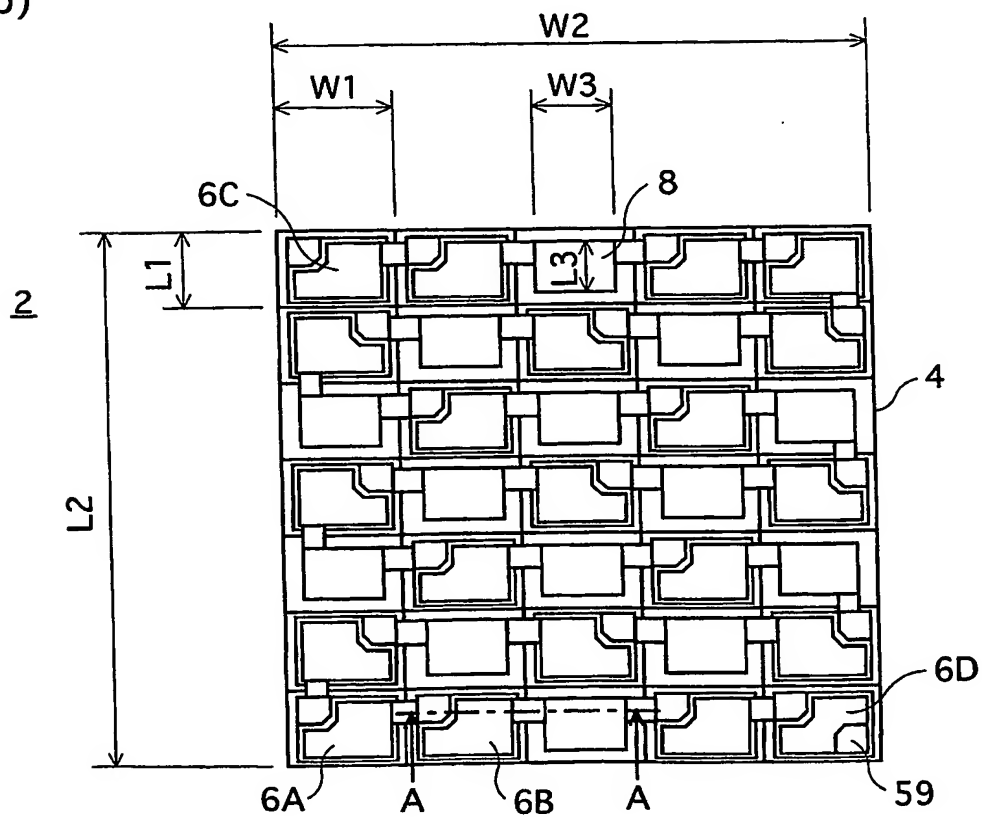
- 2 LEDアレイチップ
- 4 SiC基板
- 6 青色LED
- 8 赤色LED
- 230 蛍光体分散部
- 46、48 ボンディングパッド
- 54、56、58 プリッジ配線
- 200 発光モジュール
- 202 セラミックス基板
- 242 照明装置

【書類名】 図面  
【図 1】

(a)



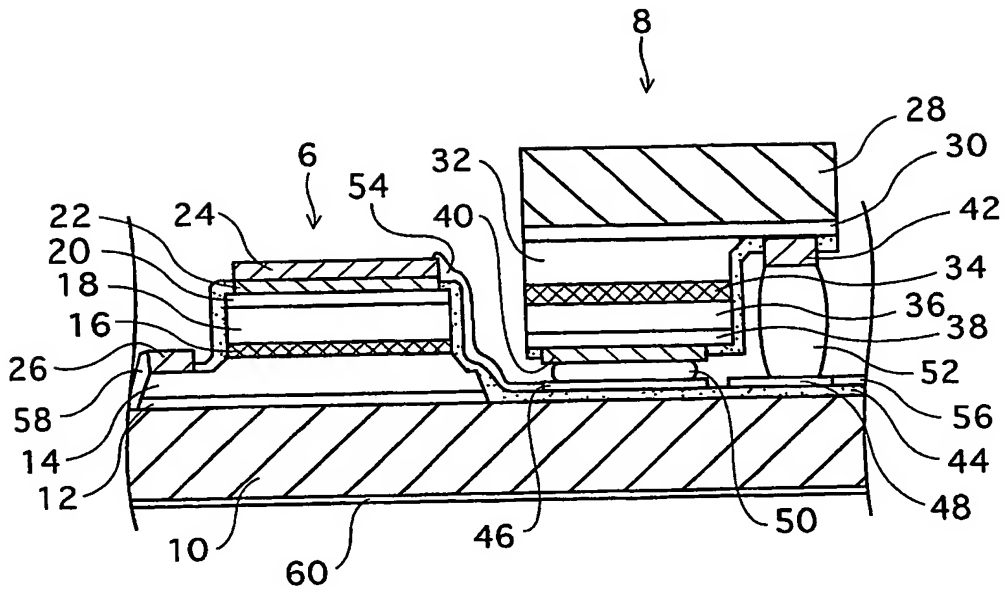
(b)



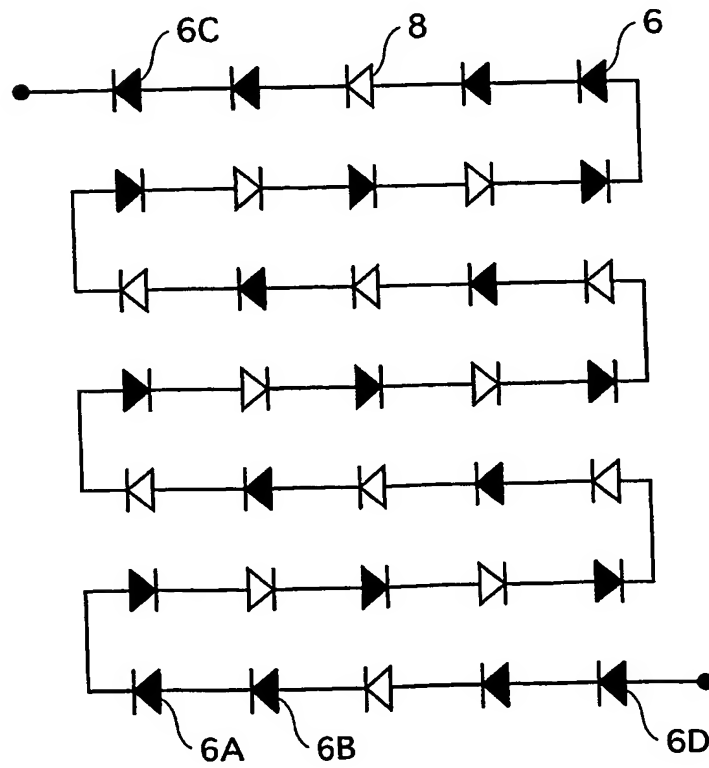


【図 2】

(a)

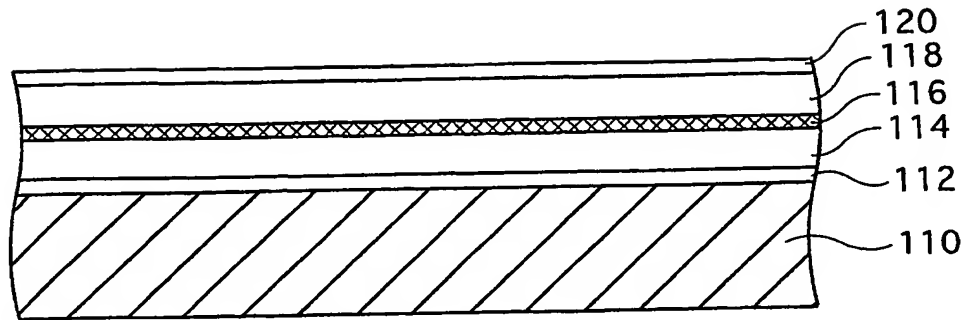


(b)

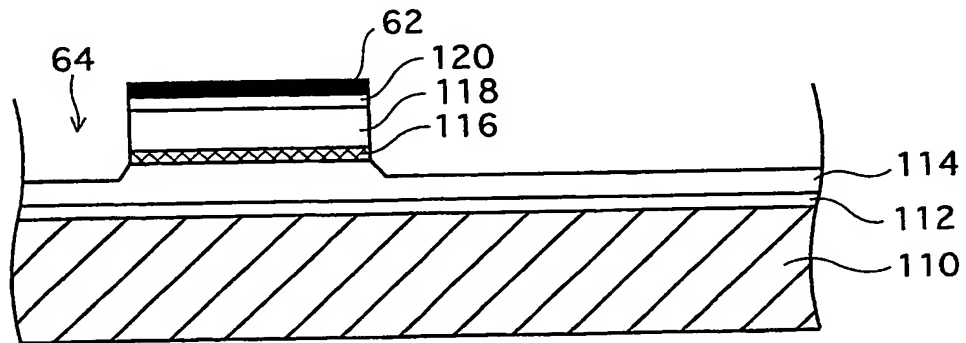


【図 3】

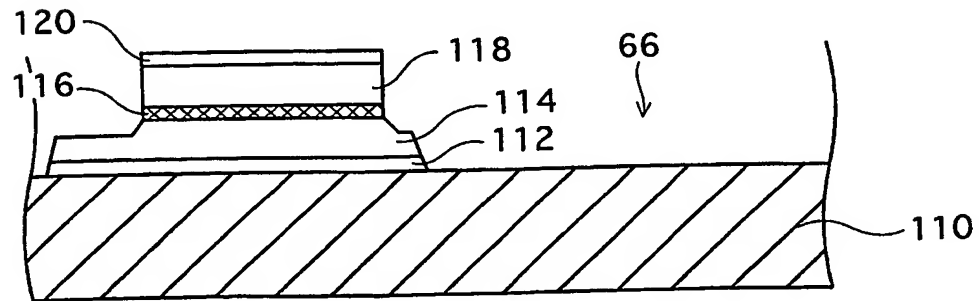
(a)



(b)

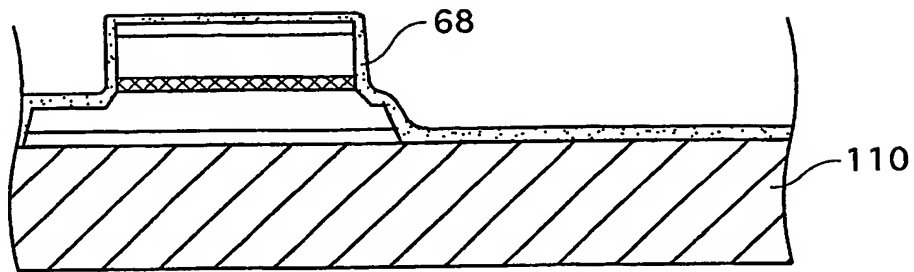


(c)

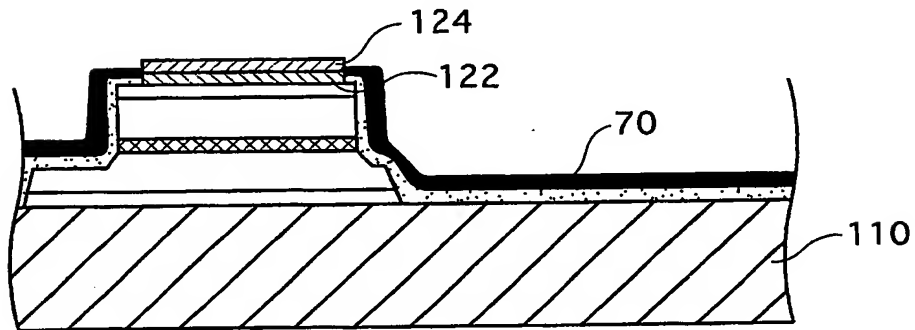


【図 4】

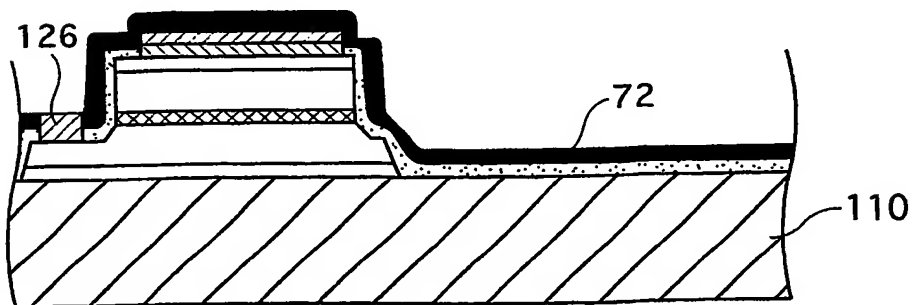
(d)



(e)

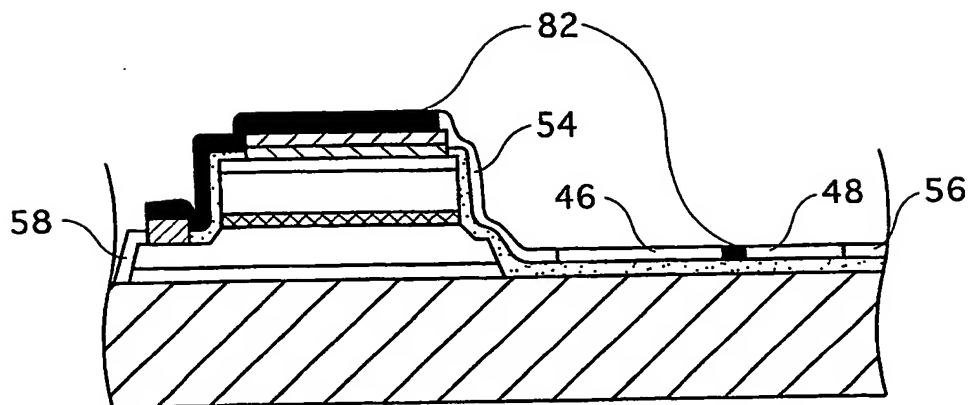


(f)

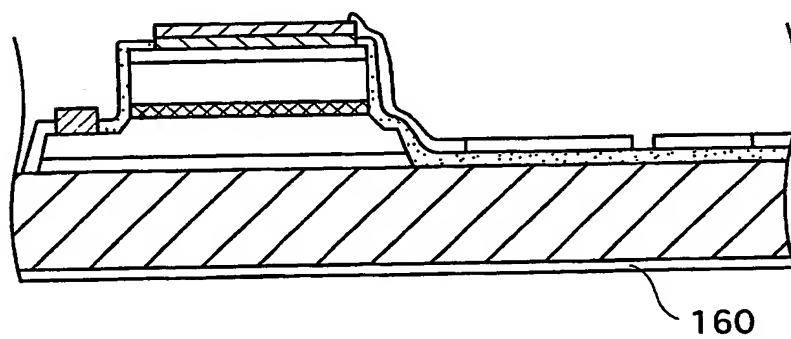


【図 5】

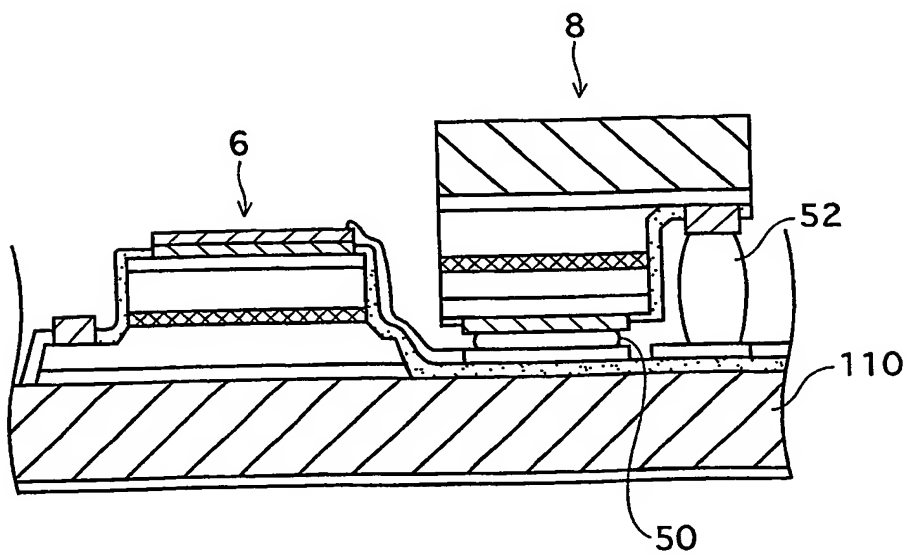
(g)



(h)

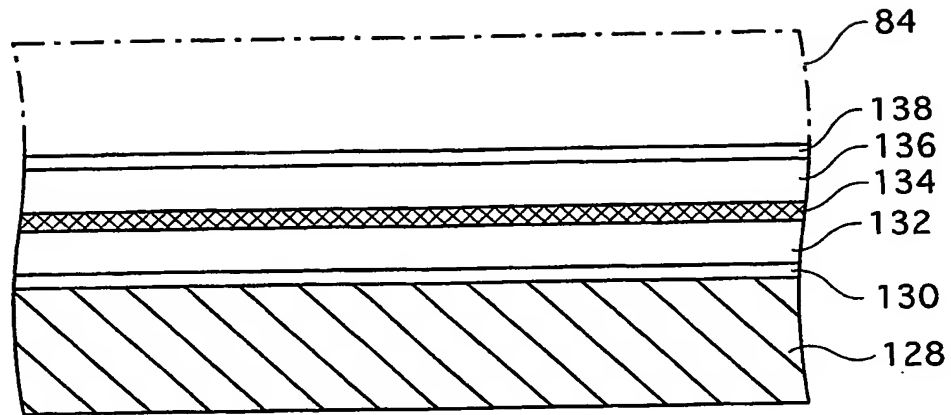


(i)

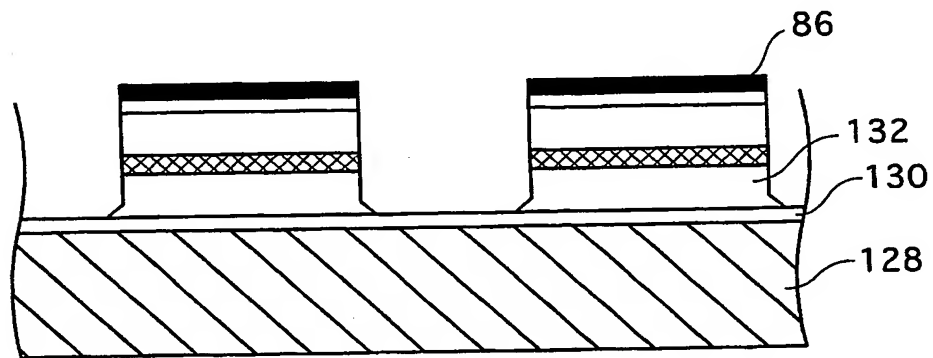


【図 6】

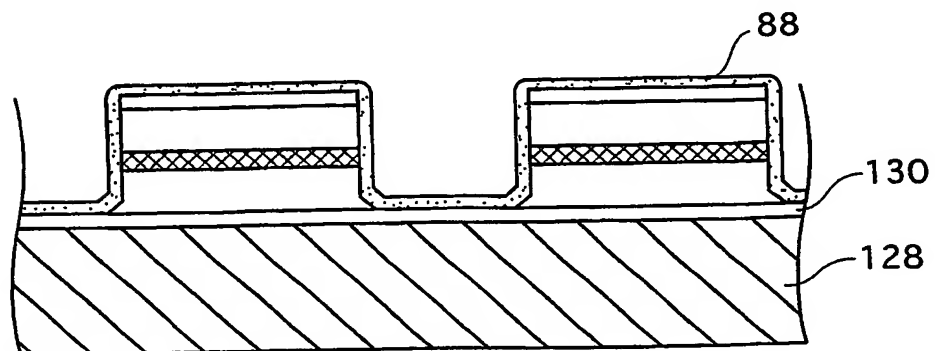
(a)



(b)

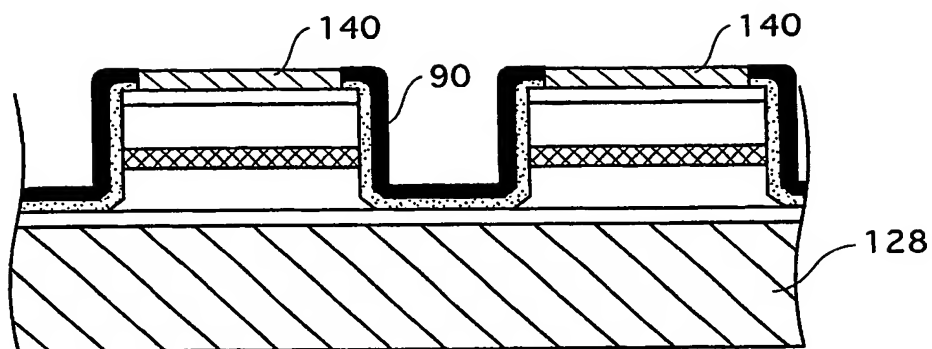


(c)

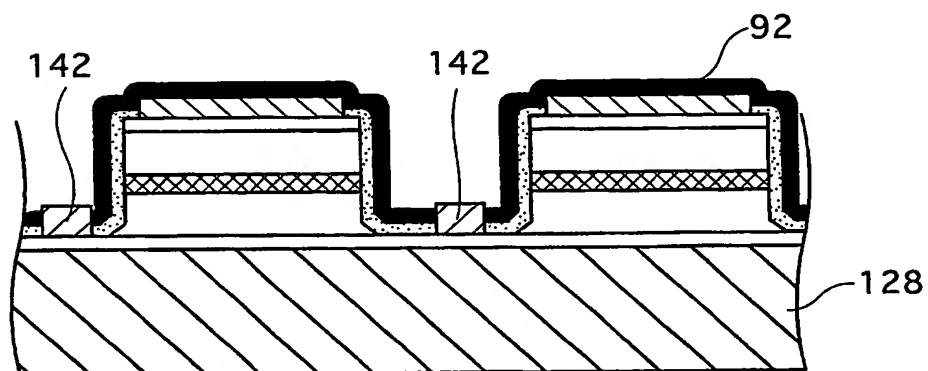


【図 7】

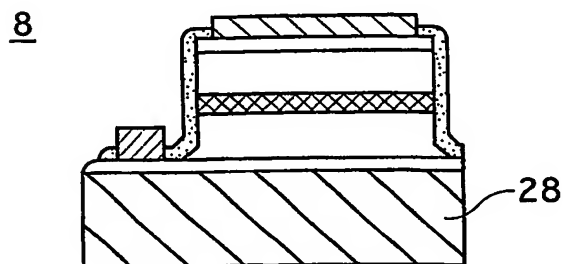
(d)



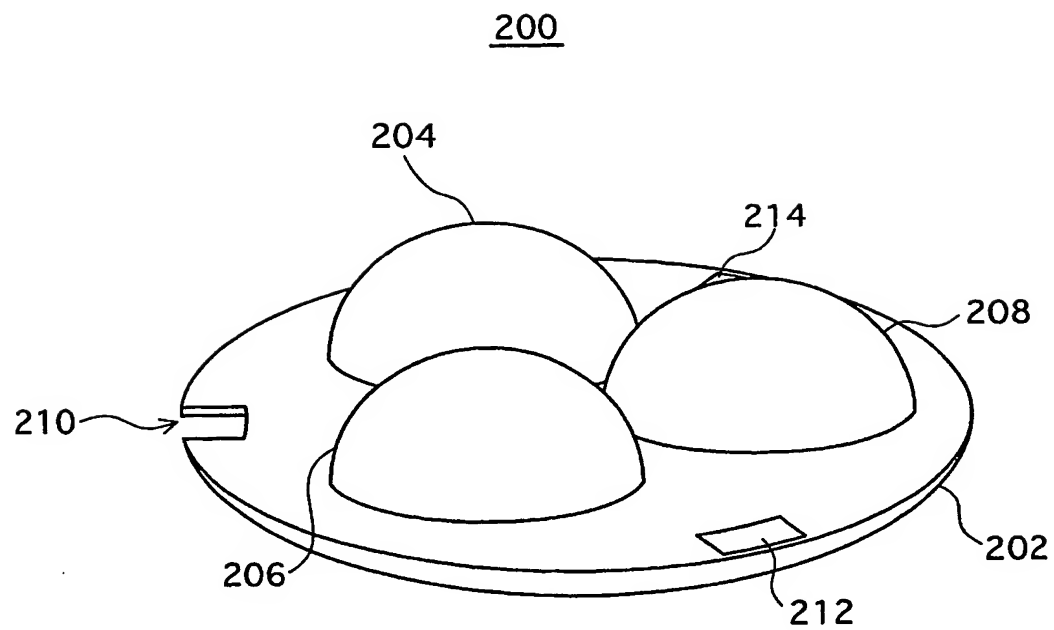
(e)



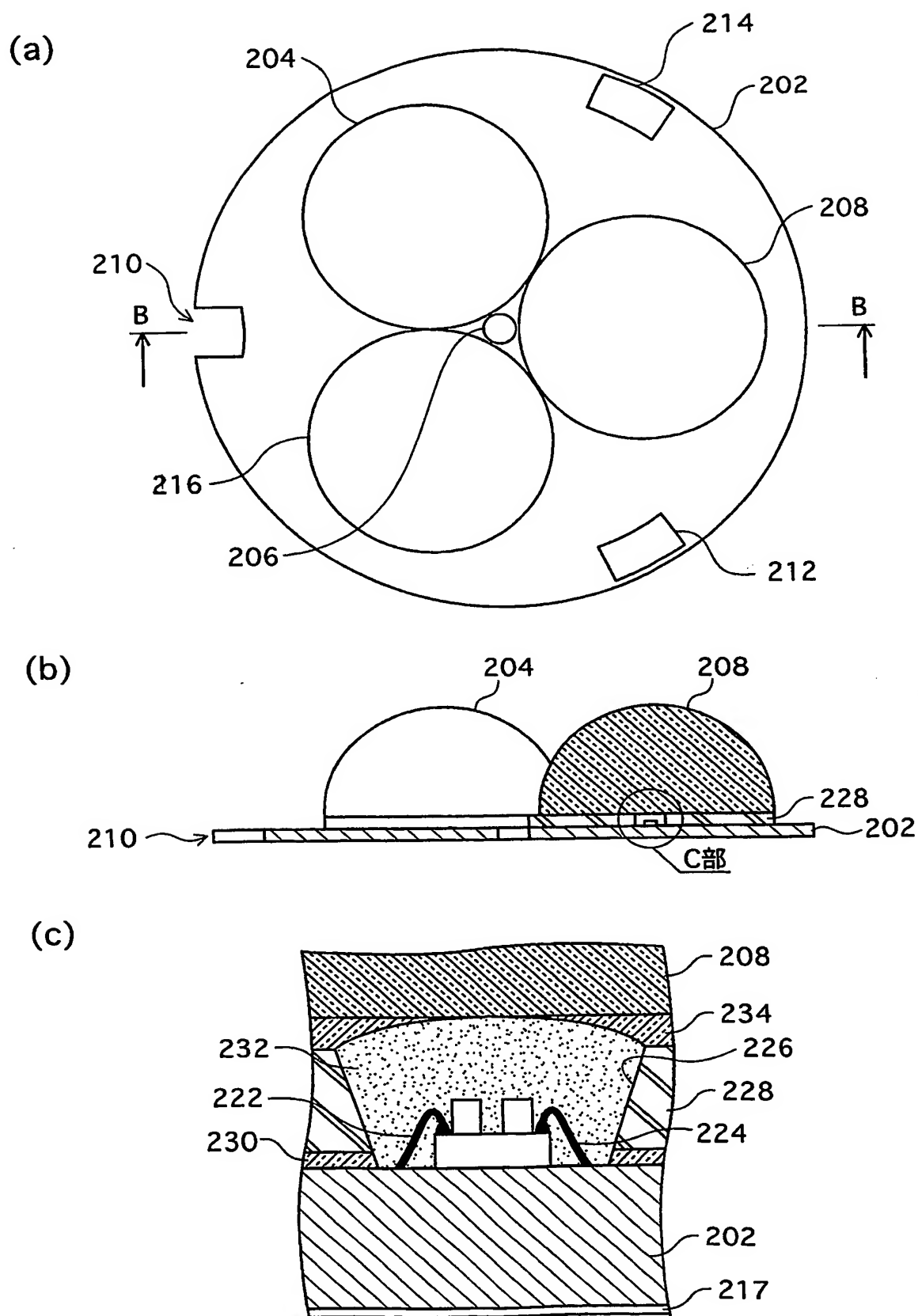
(f)



【図 8】



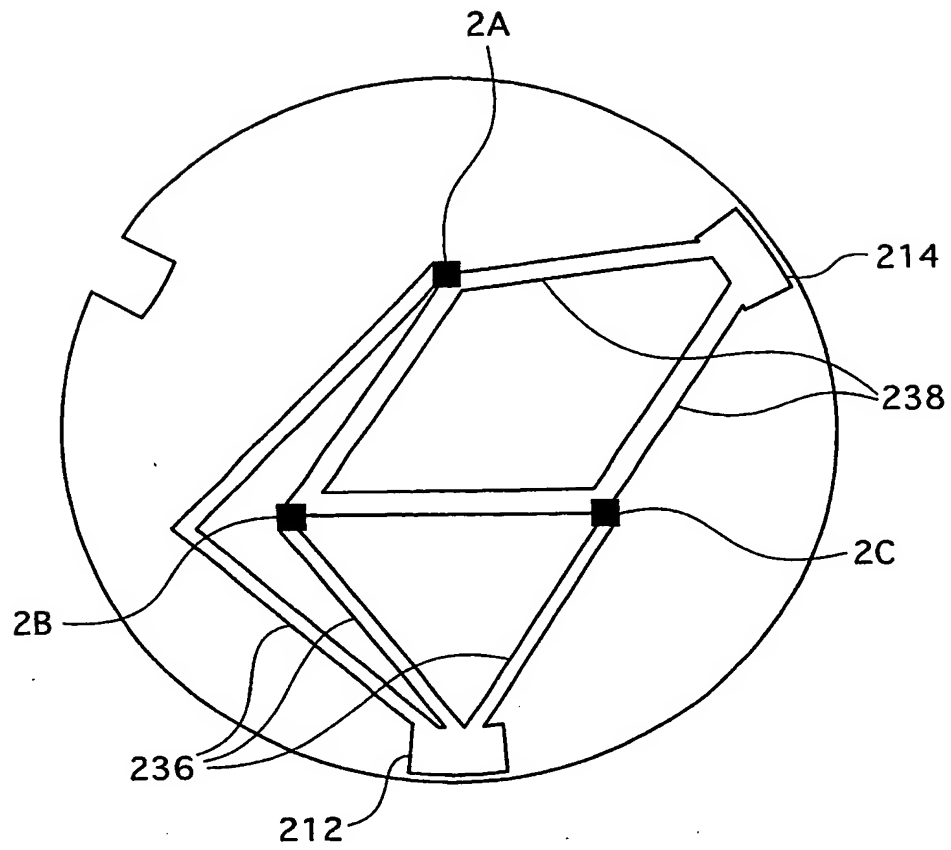
【図 9】



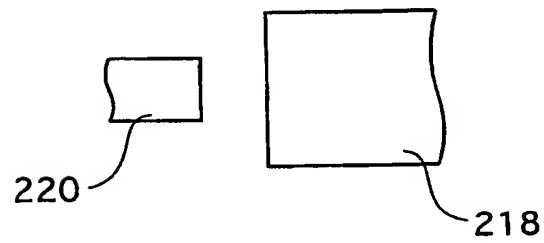


【図 1.0】

(a)

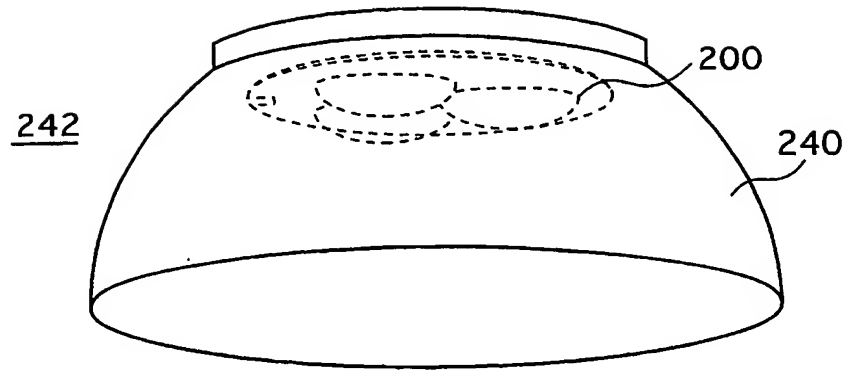


(b)

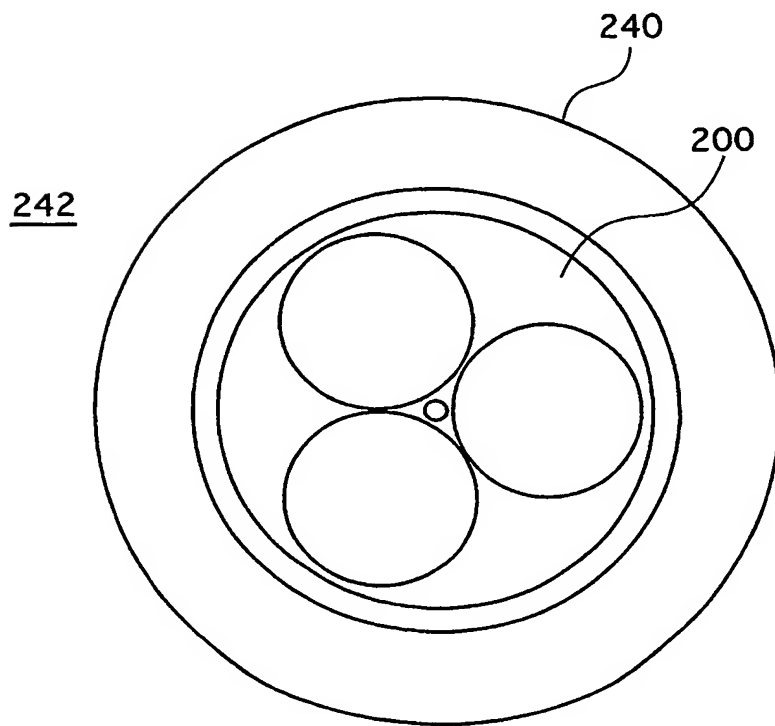


【図 11】

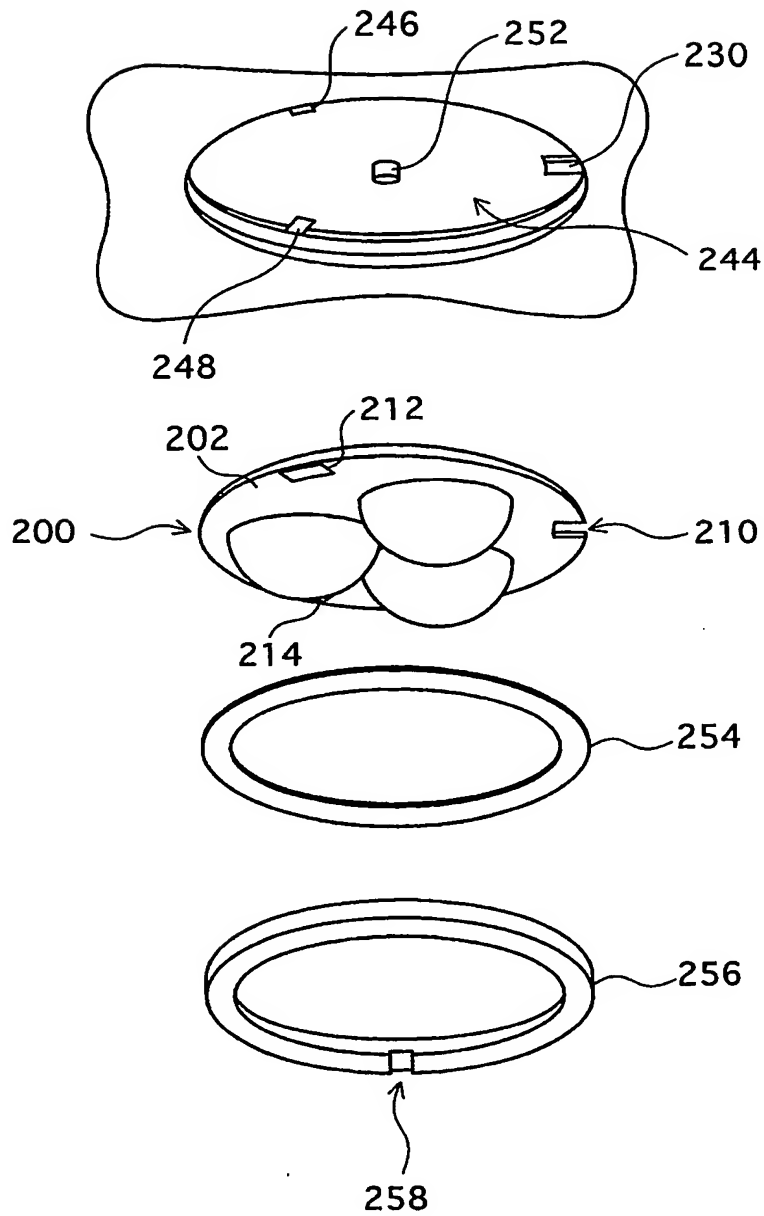
(a)



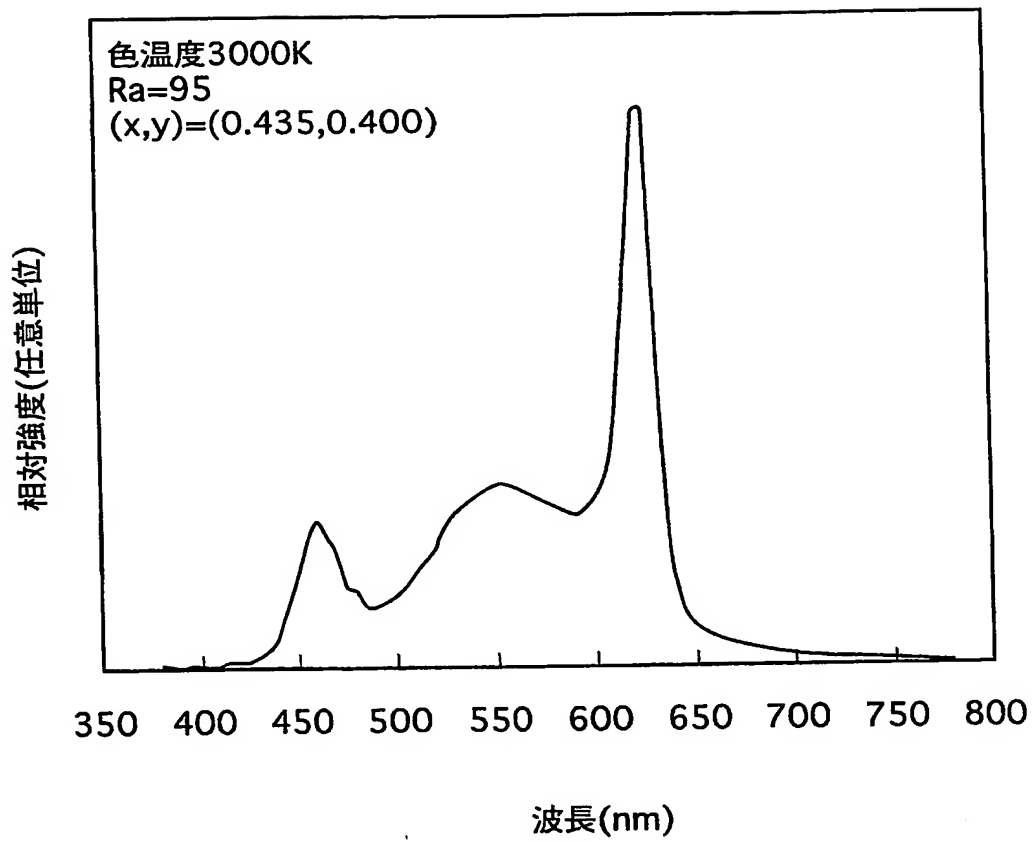
(b)



【図 12】

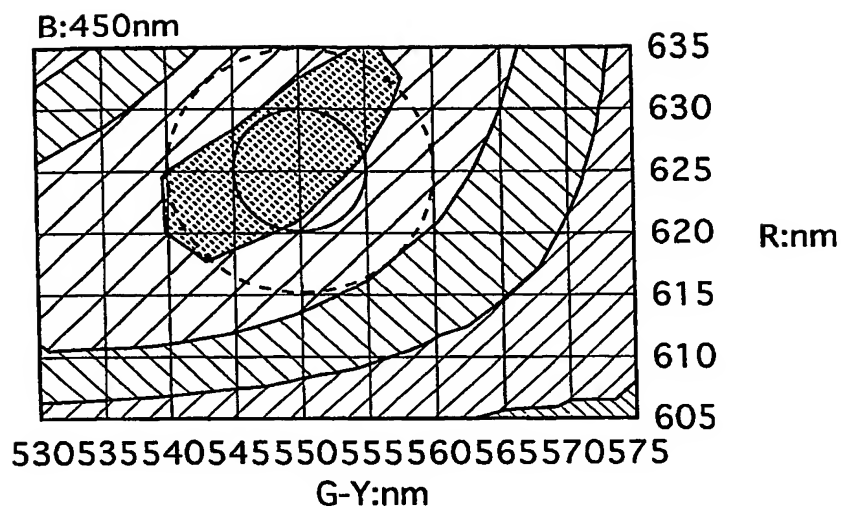


【図 13】

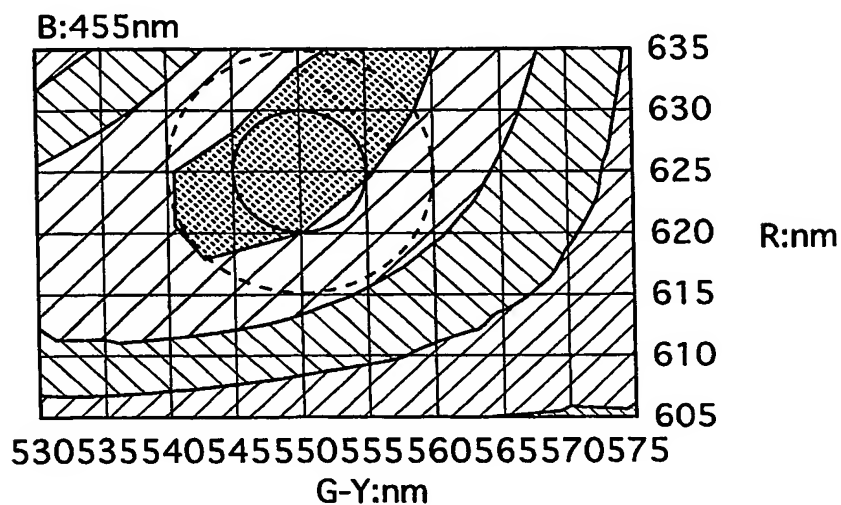


【図 14】

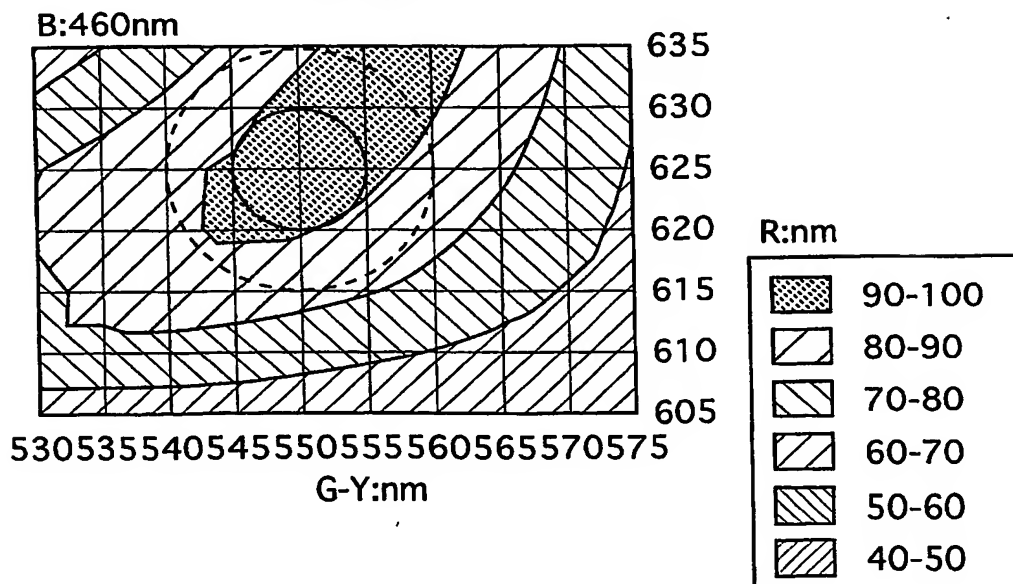
(a)



(b)

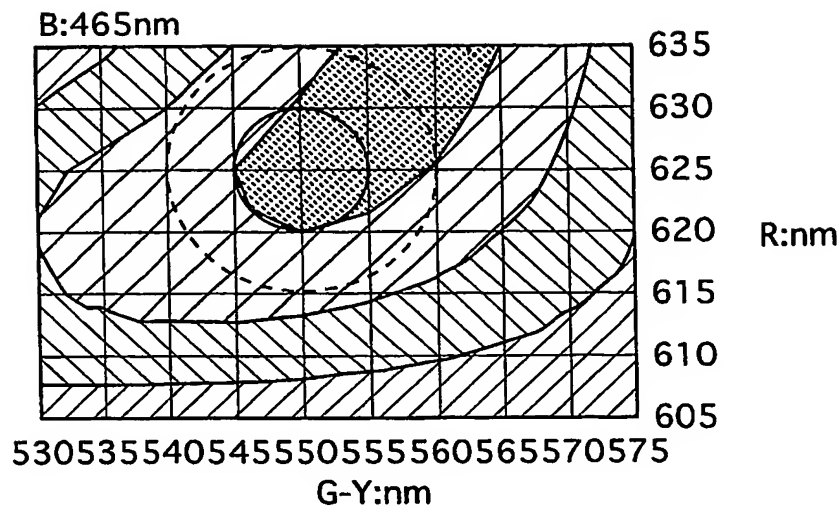


(c)

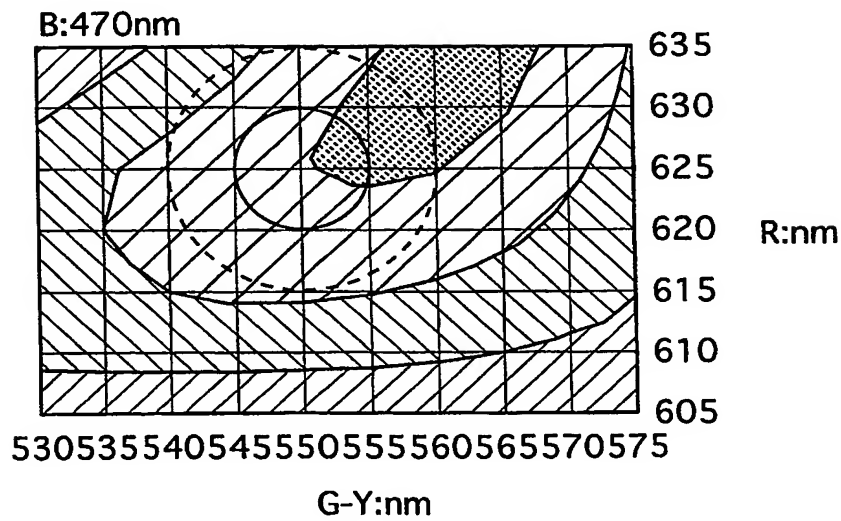


【図 15】

(d)



(e)



R:nm

|  |        |
|--|--------|
|  | 90-100 |
|  | 80-90  |
|  | 70-80  |
|  | 60-70  |
|  | 50-60  |
|  | 40-50  |

## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 異なる色の発光素子の組み合わせからなる半導体発光装置において、色むらの低減を図ること。

【解決手段】 LEDチップアレイは、青色LED6と赤色LED8を有する。青色LED6は、SiC基板10上に結晶成長によって形成されている。SiC基板10上には、半導体プロセスによるボンディングパッド46、48が形成されている。赤色LED8は、青色LEDとは別途に作製され、前記SiC基板10上の前記ボンディングパッド46、48にフリップチップ実装されている。

【選択図】 図2



特願 2 0 0 3 - 2 8 2 6 6 4

## 出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**